

平成 30 年 6 月 10 日現在

機関番号：33918

研究種目：基盤研究(B) (海外学術調査)

研究期間：2014～2017

課題番号：26304005

研究課題名(和文) マングローブ再生事業に関わるNGOと現地政府・住民などとの合意形成のあり方

研究課題名(英文) Consensus between NGOs and Local Governments/Residents involved in Mangrove Rehabilitation Projects

研究代表者

後藤 順久 (Goto, Yori-hisa)

日本福祉大学・経済学部・教授

研究者番号：90215509

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 5,100,000円

研究成果の概要(和文)：マングローブ再生のための合意形成のプロセスを、既存の資料、環境問題担当者・NPO・NGOなどのインタビューによって整理した。NGOが行う、一種の合意形成は、その一般活動の中に織り込み済みである。行政などの他の主体が植林プログラムを実施する場合より、効果的であることが理解できた。諸外国のNGOがかかわることで、より高い見地に立った参加型環境プログラムを構築することができる。マングローブの中で地域の人々が林産物や水産物を収集し、植林活動に参加することで現金収入を得ることができ、住民の生活の質の向上が図ることもできる。国際的なパートナーシップが自然保護活動を押し進めていく上で不可欠になってきている。

研究成果の概要(英文)：We organized the process of consensus building for mangrove rehabilitation through analyzing existing materials and interviews of personnel in charge of environmental issues, NPOs, NGOs and others. A kind of consensus building, carried out by NGOs, has been incorporated in their general activities. It was understood that NGOs rehabilitation programs are more effective than the case where the afforestation program is implemented by other entities such as local governments.

Through involvement of foreign NGOs, it is possible to build a participatory environmental program based on a higher perspective. Regional people can collect cash income by picking forest products and fishery products in mangrove forest and participate in afforestation activities. And they will improve the quality of lives. International partnerships are becoming indispensable in promoting nature conservation activities.

研究分野：熱帯林再生

キーワード：熱帯林 マングローブ 環境破壊 合意形成 NGO

1. 研究開始当初の背景

世界のマングローブ林はアジア、アフリカ、南米、オーストラリアの熱帯地域沿岸に広がっており、総面積は1,500万haに及んでいる。それらは地球上で最も生産性が高く、生物の多様性に恵まれている一方、最も環境破壊の危機にさらされている。マングローブ林は人間による過度な利用や暴風雨などの自然災害により、年間で10万haが失われ、現在も他の種類の森林より速い速度で減少している。また、立木はあっても存続が危ぶまれているレベルまで劣化している可能性がある。

本研究の対象地域であるフィリピンでは、50年前のマングローブ林40万haの4分の3が、人為的な開発により、ほぼ壊滅状態である。タイでは、1960年代初頭、マングローブ林は約37万ha存在したが1990年代中期には約17万haまで減少した。現在、地域住民等の積極的なマングローブ植林活動により約26万haまで回復してきている。

汽水域に生育するマングローブ林は、水生動物の産卵場所、小魚や甲殻類の揺籃場所として重要であり、マングローブ林減少は近海漁業の不振のひとつの原因とされる。かつては、マングローブ林が日本の里山と同じように、必要な量の薪や食べ物を収穫するエコバランスの取れた場所であった。東南アジアのマングローブ林は、都市への薪・建築材の供給、日本向けのエビの養殖池の造成などにより、大量伐採を招いたと言われる。また、貧困ゆえの違法伐採が後を絶たず、環境面での啓発、住民の自立支援が求められている。単に機械的な植林をするのではなく、地域での合意形成、住民などを巻き込んだ植林、住民への啓発、雇用確保など自立支援による貧困問題解決が大きな課題である。

2. 研究の目的

温室効果ガスを吸収し、良好な地球環境を保持し、コミュニティの「海の里山」として欠くことのできないマングローブ林を再生する取り組みが多く行われている。再生事業の成功事例から、NGOを含めた関係者間の合意形成の方法とプロセスを検証し、効果的な合意方法のあり方を提案することを目標としている。研究項目は、1. 東南アジア各国のマングローブに関するマクロデータの収集、2. フィリピン・タイにおける植樹サイトの詳細サーベイ、3. 他国で植林事業を実施するNGOへの調査と資料の整理・分析、4. マングローブ再生のための合意形成の方法からなり、人間-環境の共存を目指した政策オリエンテッドな研究である。

3. 研究の方法

ステージA・Bを平成26年度、ステージC・Dを27年度、ステージE・Fを28、29年度に実施した。詳細のフローチャートを図1に示す。研究方法として、資料収集・整理による

データ分析、関係機関へのインタビュー・ブレインストーミング、ワークショップが中心である。研究代表者、研究分担者とも現地で15年以上のキャリアを持ち、本研究に必要な人的ネットワークは十分である。以上の結果を受け、マングローブ再生のための合意形成の方法、効果的な合意形成方法の普及について新たな知見を取りまとめる。

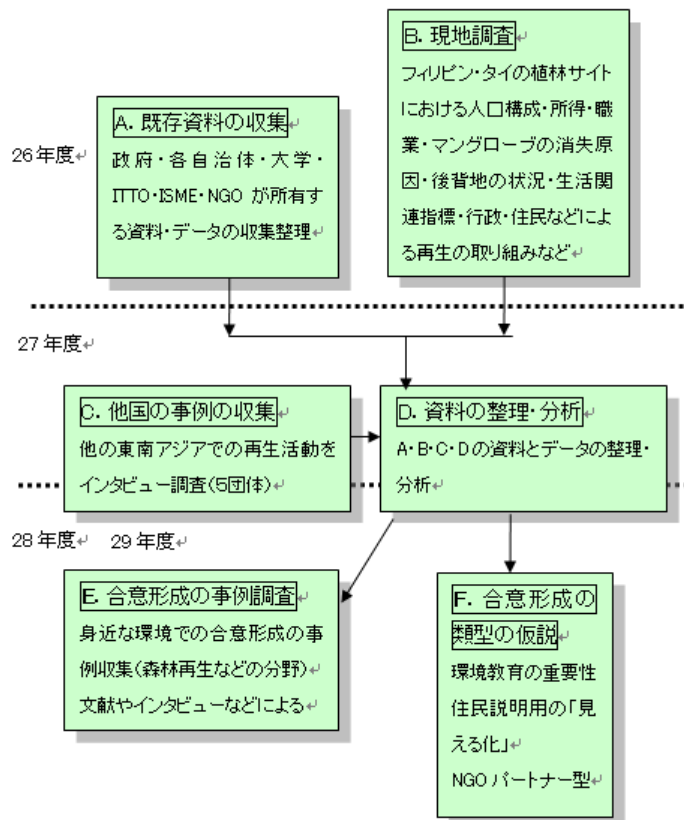


図1 研究計画のフローチャート

4. 研究成果

(1) マングローブ植林に関わる合意形成

① 計画期

植林事業を軌道に乗せるには計画期から、行政だけでなく、住民の知恵と主体的な取り組みが生かされる必要がある。住民団体、行政、NGOによる協働の計画づくりが欠かせない。

少人数で計画を議論し、決定後に一般住民に通知するだけでは、十分な理解と合意が得られない恐れがある。そこで、イカオ・アコでは、一般住民が集まる会で植林計画案の概要や現状での課題認識を公表している。住民の直接参加により、住民にとって犠牲を伴う制限などの議論を限られた時間内に建設的に行うことが可能である。

植林する場所は、マングローブが生育する場所である、「熱帯また亜熱帯の河口の汽水域」となる。最低限この条件を満たさないとマングローブは生育しない。汽水域といっても範囲が広く、陸側、河川沿い、海岸沿い、

内湾、養殖池跡地と様々な環境がある。いずれの場合であっても、満潮時には潮が届き、干潮時には潮が引く場所が必須である。ただし、大潮の引き潮の時だけ顔を出すような湿地では、マングローブが自ら顔を出す時間が非常に短くなるため適さない。潮が引いた時に苗が顔を出す 40 cm の深さのところまでが植林ができる限界であろう。こうした情報は住民でないとわからないケースが多い。

土壌はマングローブが根を張るための重要な要素である。柔らかすぎる泥の場合、定着する前に苗木が流されてしまう危険性がある。硬すぎる岩場の場合は、穴を掘ることも、苗が根を伸ばすことが難しい。また、軽い砂の場合、風や波によって砂の山が移動するので、移動するかどうかよく観察するか、住民に確認する必要がある。樹種によっても土壌の質の好みがある。

潮の流れを判断するには、長時間の観察が必要である。また、季節風の影響を受ける場所では、季節によって流れの向きが変わるところもある。周辺にマングローブ林があったり、防波堤があったりすると、流れの向きや水圧のかかり方が変わってくるので、住民の意見を聞く必要がある。

② 実施期

マングローブは世界中には 70~100 種、フィリピンだけで約 30 種があるといわれている。それぞれの種には、汽水域の独特な環境に適応するための特徴を持っている。そして、マングローブに特徴的なのが、帯状分布という、海岸線に近いところから内陸部にかけて狭い範囲で帯状に異なる種が分布している。種によって、自然に分布する範囲が限られている。植林する場所にあった樹種を植林する必要がある。どの樹種を植林するかの目安は、その場所に自然に生えている種を見極めることである。

イカオ・アコでは、海岸線沿いに植林をすることが多いため、海岸線に近いところに生育できるマヤプシギ、ヒルギダマシ、オオバヒルギの 3 種を使い分けながら植林している。

表 1 3 種のマングローブの特徴

マングローブの種類	マヤプシギ	ヒルギダマシ	オオバヒルギ
好む土壌	砂と泥の混合、岩場	砂と泥の混合	泥
フジツボへの対抗性	幹の皮ごと落とす	弱い	大変弱い
波風への対抗性	大きい枝が落ちて、幹から芽を出す	倒れたところから根を出す	折れやすく、一度折れると枯死
苗木の作り方	実生苗を育てる	種から発芽させる	種をそのまま植える

他の樹種の植林とマングローブの植林の大きな違いは、潮の満ち引きに影響されるということである。植林は必ず引き潮の時に実施する。潮の高さがわかるカレンダーで確認し、潮の高さが 0.4m より低い時を狙って植林を実施する。

イカオ・アコへのヒアリング調査では、マヤプシギやヒルギダマシなどカップに入っている苗を植えるときは、太めの竹の棒などを押し付けて穴をあけ、そこにカップを外した苗を植林する。少し深めに植えて、土をしっかりと押すのがポイントである。ヒルギの仲間の胎生種子を植えるときは、泥の中に趣旨の半分から 3 分の 2 くらいを差し込む。苗木の間隔は、広すぎると育たない。近すぎると成長した時に十分なスペースが確保できないので、1.5~2m くらいが適当らしい。そうしたことを住民との共同作業により、合意の形成を行っている。

③ メンテナンス期

ヒアリング調査では、スタディーツアーのスケジュールに合わせるために、少し水がある状態で植林を行うこともあるが、植えた苗木が濁った水で見えなくなったり、しっかりと土をおさえることができなかつたりして、苗木が浮いてくることがある。そういう時は、後日、地元の植林団体のメンバーが植え直しを実施しているとのことである。そうした合意が必要である。

マングローブは穏やかな環境下で自然にでも生えてくるようなところは別であるが、植えただけでは十分に育たない。根気強く育てていくことが大切である。イカオ・アコが植林を行っているサイトは海岸沿いの厳しい環境の場所であるので、カウンターパートの住民団体が毎日交代でメンテナンス活動を行っている。メンテナンス活動としては、苗木に絡まったゴミや海藻の除去、苗木についたフジツボの除去などは、小さい苗木の時には欠かせない作業である。ゴミ拾いの作業は地元の高校生などと一緒に行うと、環境教育の効果も出て、一石二鳥である。植林に直接かかわる住民団体だけでなく、学校、行政などを含めた地域との合意形成が必要となる。特に学校への環境教育と地域住民への科学的な「見える化」が重要である。

(2) 環境教育の効果

イカオ・アコは「環境のなかでの教育 (Education IN/TROUGH the Environment)」、「環境についての教育 (Education ABOUT the Environment)」、「環境のための教育 (Education FOR the Environment)」をそれぞれ実施してきた。

イカオ・アコの活動を環境教育の領域への分類を次の表 2 へ示した。

表2 環境教育の領域へ分類した結果

環境のなかでの教育	上・下流域での植林事業 継続的なメンテナンス事業 エコパークの建設・整備事業及びエコパーク入場 有機農業事業 アグロフォレストリー事業
環境についての教育	子供、住民への教室や室内での環境教育 環境教育の振り返りとしての劇やダンス 各種研修事業、スポーツフェスティバル マングローブをテーマとしたドラマコンテスト マングローブをテーマとしたダンスコンテスト
環境のための教育	清掃活動 ゴミ拾いコンテスト

「環境のなかでの教育」は、住民や学校の生徒と共に海岸や山間部での植林事業、活動場所の近隣住民による継続的なメンテナンス事業、マングローブ林でのエコパーク建設・整備事業などが挙げられる。イカオ・アコでは、コミュニティベースで継続して環境保全活動を行うことをモットーとしている。そのため、事業の中で環境について学ぶことができる「環境のなかでの教育」が最も多く行われていた。実際に臨海部や山間部で植林活動などを行うことにより、住民や子供たちに身近な自然環境に対する豊かな感受性を持たせ、関心を高めることにつながれたと考えられる。アンケート調査結果にも住民の周辺の環境問題や、環境意識の高まりを読み取ることができた。今後も「環境のなかでの教育」を軸として、直接体験による感性学習を継続的に行っていくことが重要である。それによって、住民が自然環境、環境問題への意識を向け、関心を養うことができ、住民の積極的な関与につながると考えられる。

「環境についての教育」は、教室や室内において生徒や住民への環境教育が挙げられる。これらは、事業を円滑に進め、住民が活動を継続する上でインセンティブになると察せられる。活動を始める前に「なぜマングローブが大切なのか」、「なぜ海にゴミを捨ててはいけないのか」、「なぜ海と山で植林活動を行っているのか」といったことは事前知識として知っておく必要がある。自然環境や環境問題についての知的理解を深めることで、住民も活動の必要性を理解し、積極的に取り組むことができる。

「環境のための教育」は、植林を行う地域での清掃活動が挙げられる。アンケート調査の結果からわかるように、実際の活動を通して、環境そのものを配慮しなければならない対象として捉えるようになった住民が増えた。しかし、イカオ・アコでの事業の中で、植林活動直後にも関わらず、ゴミのポイ捨てをしている子供の姿や、清掃活動やゴミの問題に対しての意識の低さを見ることができた。今後は、環境配慮に向けた態度形成、行動について学びの場やルールを新たに作成することが必要である。

臨海部の住民は、「環境のなかでの教育」による「直接体験による感性学習（直接体験

型）」により、生命地域の関心を高めることができた。「環境についての教育」は、効果が一定レベルにとどまり、継続的な教育やさらなる知的理解を深めるための教育が必要である。「環境のための教育」は、ゴミ拾いなど廃棄物の問題などについて、意識だけでなく、行動につなぐための、学習サイクルを意識した取り組みが必要である。

(3) マングローブ植林による生態系回復と炭素隔離（科学的な見える化）

① マングローブ植林後の炭素固定量の推定

植林したマングローブ樹木の炭素蓄積量は樹木部位（葉、幹、枝、根）を採取し、新鮮重量を計測した。各部位は約 105℃の恒温乾燥器内で1週間乾燥後、新鮮重量と乾燥後の重量の差から水分含有量を算出した。乾燥各部位は粉砕機で微粉化後、炭素と窒素の分析を行った。炭素濃度から植林後のマングローブ樹木の炭素固定量を求めた。炭素分析の結果、乾燥試料（幹、枝、根、葉）には炭素として 47～50 %含まれていた。

4,000 本/ha の植林と植林総面積 1,000 ha のバイオマス炭素蓄積量を求めた。陸上の樹木と同等の成長リズムと考え、植林後 50 年間はほぼ連続して成長を続けることと仮定すると、500 万本のマングローブ植林で約 100 万トンの炭素（二酸化炭素換算：約 367 万ト）が蓄積することが推定できた。

② マングローブ植林地土壌の炭素と窒素

廃棄されたエビ養殖池および新土壌堆積地へのマングローブ植林地 8 地区から、土壌試料を土壌表面から 10 cm ごと地下 1 m まで、さらに 1.5m と 2m から採取した。採取土壌試料は 105 °C の恒温乾燥器内で 1 週間乾燥、粉砕、窒素炭素分析装置で定量分析を行った。図 2 は、放棄エビ養殖池植林後 10 年、16 年、17 年、18 年経過した土壌の深度別炭素及び窒素濃度を示す。なお、縦軸は土壌深度 (cm)、横軸は窒素および炭素濃度 (%) を示す。土壌中の炭素（左図）は植林後 17 年および 18 年経過した土壌深度 0～10 cm 土壌には約 2.4～3 % が含有されていた。土壌深度増加に従い、炭素濃度は減少し、土壌深度 70～2m の炭素濃度は植林経過年数にかかわらずほぼ 1.5～2% の範囲であった。植林したマングローブ樹木の成長とともにリター（落枝葉等）が土壌微生物により分解され生成した有機物が徐々に土壌中に蓄積、地中下方へ移動していることが考えられる。土壌中の窒素（右図）は植林後 17 年および 18 年経過した土壌深度 0～10 cm 土壌には約 0.2～0.28% の濃度範囲で含有されていた。

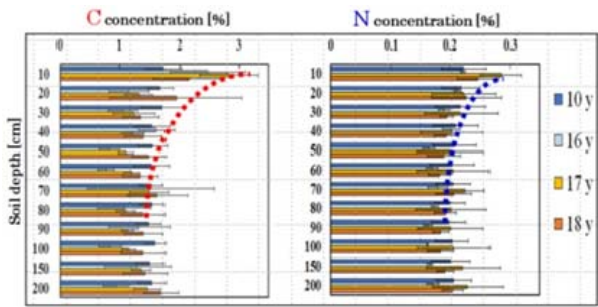


図 2 放棄されたエビ養殖池植林経過年数と土壌深度別の炭素および窒素濃度

③ マングローブ林の復活と食物連鎖

マングローブ植物の落枝葉等は微生物による分解され、分解物はまず植物プランクトンに利用され次いで動物プランクトンを経由し、更に草食性動物から始まる多段階の魚介類の食物連鎖過程で利用され、草食性動物、堆積物利用動物、雑食性動物、肉食性動物へと伝搬されながら緩やかに元素の濃縮が進み、食物連鎖網ができる。

廃棄されたエビ養殖池マングローブ植林地の各種生物の生息状況は、プロジェクト開始前の予備調査（1997年）から定期的（毎年5月）に調査を実施してきた。2005年5月（プロジェクト開始9年目）に実施した調査で、プロジェクト開始前の生物相と比較すると生物種また量ともに格段に増加していることが明らかになった。マングローブ植林後約7年を経過した放棄エビ養殖池に生息している主要な魚類、甲殻類、貝類などを採集し炭素および窒素安定同位体比（ $\delta^{13}C$ および $\delta^{15}N$ ）によるマングローブ植林後の食物連鎖の推定を行った。2種のマングローブの $\delta^{13}C$ と $\delta^{15}N$ 値に比べ、魚介類試料の $\delta^{13}C$ および $\delta^{15}N$ 値はともに大きく、マングローブから始まる食物連鎖は少なくとも4から5段階であった。

図3は、植林後14年経過したマングローブ植林地沿いの水路からシャム湾に至る魚介試料の ^{13}C 値を横軸、 ^{15}N 値を縦軸として示す。貝類は草食性、エビとカニの一部の種類は底泥性、雑食性に分類できた。カニ類の食性は肉食性と分類でき、特に *Uca* sp. は食

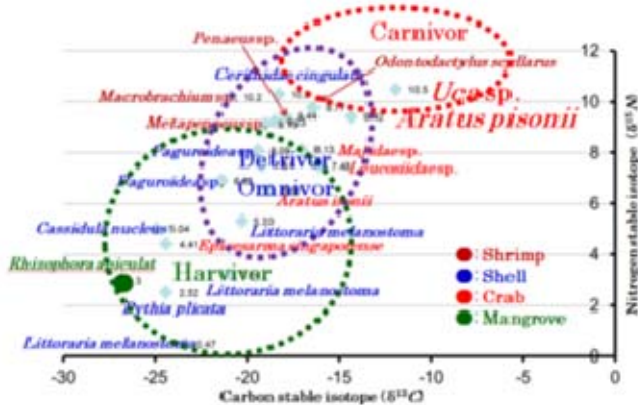


図 3 試料中の $\delta^{13}C$ および $\delta^{15}N$ 濃度と食性

物連鎖の上位に位置する肉食カニと分類できた。魚介類試料中の安定同位体 ^{13}C は草食性動物、底泥性動物、雑食性動物を経て肉食動物へ徐々に濃縮され、食物連鎖は15-16段階まで回復していることが明らかになった。

④ まとめ

マングローブ生態系は、生物多様性に富み一次生物生産能力は極めて高く、藻場、珊瑚礁域とともに重要で、近年特に炭素隔離と蓄積の機能が“Blue carbon”として注目されている。破壊・放棄されたマングローブ地域や農耕地の開発等と競合しない干潟（新土壌堆積地）への大規模マングローブ植林は、“Blue carbon”としてバイオマス、土壌中への炭素蓄積を進めるだけでなく、生物多様な生態系回復に貢献できる。

タイにおけるマングローブに対する認識は、2004年12月26日のスマトラ沖地震による津波襲来により急速に高まった。

1997年、タイ南部ナコンシタマラ地区の放棄されたエビ養殖池へのマングローブ植林「緑の絨緞作戦」可能性調査を日本-タイ協働で実施、1998年4月から本格的なマングローブ植林を開始し、現在に至る。植林地面積は1,300ha以上、800万本以上の植林を終えている。1998年以降、タイのマングローブ林は急速に回復しているが、放棄されたエビ養殖池への植林活動が新聞・TV等で活発に取り上げられ、マングローブ林破壊地区の住民自ら植林を開始したこと、さらにタイ政府が植林を推進すること啓蒙した結果である。その結果、植林地の炭素固定・蓄積量は着実に増加、魚類をはじめとする多様な生物が回帰し、持続的な生物資源生産基盤が確実に進展してきている。

マングローブ植林はタイのみならず、東南アジアさらに地球レベルの活動として必要である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計 1件）

1) 鈴木 里実, 後藤 順久, 倉田 麻里, 佐藤 真久; 「環境保全活動による環境意識の変化—フィリピンネグロス島の流域におけるJICA 草の根技術協力事業から—」, 日本福祉大学経済論集 第52号, pp.23-43, 2016年3月, 査読なし

https://nfu.repo.nii.ac.jp/?action=page_s_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=2653&item_no=1&page_id=4&block_id=73

〔学会発表〕（計 12件）

1) 加藤茂, Savettachat Boonming, Suthira Thongkhao, Kan Chantrapromma, Sanit Aksornkoae, 酒井裕司, 伊藤拓哉, 小島紀徳: 「マングローブ植林による炭素蓄積と生物

多様な環境創成」、2017 年度日本海水学会第 69 年会、千葉大学西千葉キャンパス、2018 年 6 月 7-8 日 (千葉)

2) Shigeru Kato, Benjamas Chotthong, Tanirat Tanawat, Suthira Thongkao, Savettachat Boonmin, Sanit Aksornkoae, Toshinori Kojima and Qwanruedee Chotichanthawong, “Forest Restoration in Thailand”, 13th International Conference of Sustainable Water Environment, Seoul University, Seoul, August 15 -18, 2017, Seol, Southe Koera, 2018 年 4 月

3) Shigeru Kato, “Mangroves Restoration Program in Thailand”, 1st Sarawak Ramsar seminar 2018, Waterfront Hotel, Kuching, March 2, 2018, Sarawak, Malaysia (Key note)

4) 後藤順久; 「Big Steps of 20 Years」(招待講演), 愛知県私立大学環境問題懇談会研修会, 2017 年 11 月

5) 加藤茂; 「マングローブ林修復による炭素蓄積および生態系回復」、第 28 回草炭緑化協会定期講演会、早稲田大学理工学院、2017 年 10 月 27 日 (東京) (論文: 受理済み)

6) 加藤茂、Savettachat Boonming、Suthira Thongkhao、Kan Chantrapromma、Sanit Aksornkoae、酒井裕司、伊藤拓哉、小島紀徳: 「マングローブ植林による地球温暖化抑制と生物資源育成」、2017 年度日本海水学会第 68 年会、京都市国際交流会館、2017 年 6 月 1-2 日 (京都)

7) Suthira Thongkao, Savettachat Boonming, Kan Chantrapromma, Charun Bunyakan, Sangob Panichart, Sanit Aksornkoae, Yuji Sakai, Takuya Ito, Toshinori Kojima, and Shigeru Kato, “Mangrove Forest Rehabilitation (Reforestation) in Thailand”, The 11th Asia Pacific Conference on Sustainable Energy & Environmental Technolgies, March 6 - 10, 2017, Bihar India (論文: 受理済み)

8) 後藤順久; 「マングローブ植樹支援」(招待講演), 企業と NGO の連携促進シンポジウム (国際協力機構中部国際センター), 平成 29 年 1 月

9) Shigeru Kato, Savettachat Boonming, Kan Chantrapromma, Suthira Thongkao, Charun Bunyakan, Sangob Panichart, Sanit Aksornkoae, Prasert Tongnunui, Woraporn Tarangkoon, Yuji Sakai, Takuya Ito and Toshinori Kojima, “Rehabilitation of

abandoned shrimp ponds through mangrove plantation in Nakhon Si Thammarat, Thailand”, 2nd Environment and Natural Resources International Conference 2016 (ENRIC 2016), Ayuttaya, Thailand, November 16-17, 2016

10) 加藤茂: 「亜熱帯・熱帯沿岸生態系と地球環境」-塩の好きな植物マングローブが持つ力-、ソルト・サイエンス・シンポジウム 2016、東京 (品川区立総合区民会館・きゅりあん) 2016 年 10 月 12 日

11) 加藤茂、Savettachat Boonming, Suthira Thongkao、Kan Chantrapromma、Sanit Aksornkoae、酒井裕司、小島紀徳、伊藤拓哉、鈴木誠一: 「タイ国マングローブ生態系の復活への挑戦」、日本海水学会第 67 年会、北海道登別市、6 月 9 日-10 日、2016 年

12) 加藤茂、Suthira tongkao、Sanit Aksornkoae、Savettachat Boonming、Kan Chantrapromma、Prasert Tongnunui、Woraporn Tarangkoon、Kan Chantrapromma、鈴木誠一、小島紀徳、「南部タイの破壊されたマングローブ生態の修復行動」、日本海水学会第 66 年会、神奈川大学、6 月 4 日-5 日、2015 年

6. 研究組織

(1) 研究代表者

後藤 順久 (GOTO, Yori-hisa)
日本福祉大学・経済学部・教授
研究者番号: 90215509

(2) 研究分担者

加藤 茂 (KATO, Shigeru)
成蹊大学・理工学部・特別研究招聘教授
研究者番号: 90147489

(3) 研究協力者

倉田 麻里 (KURATA, Mari)